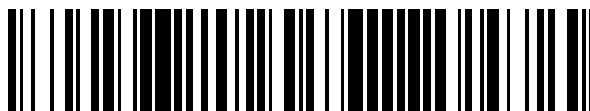


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 649 367**

51 Int. Cl.:

G02B 3/14 (2006.01)

G02B 26/00 (2006.01)

G02C 7/08 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **27.09.2011** **PCT/US2011/053407**

87 Fecha y número de publicación internacional: **05.04.2012** **WO12044602**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.09.2011** **E 11769992 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **25.10.2017** **EP 2622390**

54 Título: **Lente de menisco líquido que incluye pared de menisco con microcanales**

30 Prioridad:

29.09.2010 US 387507 P
14.09.2011 US 201113232424

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
11.01.2018

73 Titular/es:

JOHNSON & JOHNSON VISION CARE INC.
(100.0%)
7500 Centurion Parkway Suite 100
Jacksonville, FL 32256, US

72 Inventor/es:

PUGH, RANDALL, B.;
OTTS, DANIEL, B.;
TONER, ADAM;
KERNICK, EDWARD, R.;
RIALL, JAMES, DANIEL y
SNOOK, SHARIKA

74 Agente/Representante:

IZQUIERDO BLANCO, María Alicia

ES 2 649 367 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

Lente de menisco líquido que incluye pared de menisco con microcanales

Descripción

5 SOLICITUDES RELACIONADAS

La presente solicitud reivindica prioridad de la Solicitud de Patente Provisional U.S. N° de Serie 61/387507 que se presentó el 29 de septiembre del 2010 y titulada, "LIQUID MENISCUS LENS INCLUDING MENISCUS WALL WITH MICROCHANNELS" y la Solicitud de Patente Provisional U.S. N° de Serie 13/232424 que se presentó el 14 de septiembre del 2011 y titulada, "LIQUID MENISCUS LENS INCLUDING MENISCUS WALL WITH MICROCHANNELS".

CAMPO DE USO

La presente invención se refiere de manera general a un lente de menisco líquido, más específicamente, incluye una lente de menisco líquido con una pared de menisco que contiene microcanales.

ANTECEDENTES

Las lentes de menisco líquidos con conocidas en varias industrias. Como se tratará más completamente a continuación con referencia a las Figs. 1A y 1B, las lentes de menisco líquidos se diseñaron en formas cilíndricas con una superficie perimetral formada por puntos a una distancia fija de un eje que está en una línea recta. Las lentes de menisco líquidos se han limitado a diseños con una primera superficie interior generalmente paralela a una segunda superficie interior y cada una perpendicular a un eje cilíndrico. Los ejemplos conocidos de uso de lentes de menisco líquidos incluyen dispositivos como cámaras electrónicas.

Tradicionalmente, un dispositivo oftálmico, como una lente de contacto o una lente intraocular incluye un dispositivo biocompatible con una calidad correctora, cosmética o terapéutica. Una lente de contacto, por ejemplo, puede proporcionar uno o más de: funcionalidad de corrección de la visión; mejora cosmética; y efectos terapéuticos. Cada función se proporciona por una característica física de la lente. Un diseño que incorpora una calidad de refracción en una lente puede proporcionar una función correctora de la visión. Un pigmento incorporado en la lente puede proporcionar una mejora cosmética. Un agente activo incorporado en la lente puede proporcionar una funcionalidad terapéutica.

Más recientemente, se han incorporado componentes electrónicos en una lente de contacto. Algunos componentes pueden incluir dispositivos semiconductores. Sin embargo, restricciones físicas que incluyen el tamaño, forma y aspectos de control de una lente de menisco líquido han impedido su uso en una lente oftálmica. Generalmente, la forma cilíndrica, algunas veces referida como forma de "disco de hockey" de las lentes de menisco líquidos, no ha sido propicia para algo que pueda funcionar en un entorno del ojo humano.

Además, una lente de menisco líquido curvada incluye desafíos físicos que no están necesariamente presentes en un diseño tradicional de una lente de menisco líquido con paredes laterales paralelas y/o ventanas ópticas.

45 SUMARIO

Por consiguiente, la presente invención proporciona una lente óptica de acuerdo con la reivindicación 1.

Una primer óptica está próxima a una segunda óptica con una cavidad formada entre ellas. Una solución salina y un aceite se mantienen dentro de la cavidad. La aplicación de una carga electrostática a una pared de menisco localizada generalmente en una área perimetral de una o ambas de la primera óptica y la segunda óptica cambia la forma física de un menisco formado entre la solución salina y el aceite mantenidos dentro de la cavidad.

DESCRIPCION DE LOS DIBUJOS

La Fig.1A ilustra un ejemplo del estado de la técnica de una lente de menisco líquido cilíndrica en un primer estado.
La Fig. 1B ilustra el ejemplo del estado de la técnica de un lente de menisco líquido cilíndrica en un segundo estado.
La Fig. 2 ilustra un perfil cortado en láminas de una lente de menisco líquido ejemplar de acuerdo con un ejemplo.
La Fig. 3 ilustra una sección transversal de una porción de un lente de menisco líquido arqueada ejemplar, de acuerdo con un ejemplo.
La Fig. 4 ilustra aspectos ejemplares adicionales de una lente de menisco líquido arqueada.
La Fig. 5 ilustra elementos de la pared de menisco dentro de una lente de menisco líquido arqueada, de

acuerdo con un ejemplo.

La Fig. 6A ilustra una vista en perspectiva de una pared de menisco lineal con microcanales, de acuerdo con algunas realizaciones de la presente invención.

La Fig. 6B ilustra una vista en perspectiva de una sección detallada de una pared de menisco lineal con microcanales, de acuerdo con algunas realizaciones de la presente invención.

DESCRIPCION DETALLADA DE LA INVENCION

La presente invención proporciona una lente óptica de acuerdo con la reivindicación 1.

GLOSARIO

En esta descripción y reivindicaciones dirigidas a la invención presentada, pueden usarse varios términos para los que se aplicaran las siguientes definiciones:

Angulo de Contacto: El ángulo al que la interfaz aceite/solución salina, también referida como el límite del menisco líquido, se encuentra con la pared del menisco. En el caso de una pared de menisco lineal, el ángulo de contacto se mide como el ángulo entre la pared de menisco y la línea tangente al límite del menisco líquido donde el límite del menisco líquido se encuentra con la pared del menisco. en el caso de una pared del menisco curvada, el ángulo de contacto se mide como el ángulo entre las líneas tangentes a la pared del menisco y el límite del menisco líquido en el punto donde se encuentran.

Lente: Como se usa en la presente, una lente significa un artículo con una superficie frontal y una superficie posterior que es ópticamente transmisor a un intervalo predefinido de longitudes de onda de radiación, como, a modo de ejemplo, luz visible. Una lente puede incluir una o ambas de una superficie frontal y una superficie posterior que son esencialmente planas o una o ambas de una superficie frontal y una superficie posterior que son de forma arqueada.

Límite del menisco líquido: La superficie arqueada interactúa entre la solución salina y el aceite. Generalmente, la superficie formará una lente que es cóncava en un lado y convexa en la otra.

Cavidad del menisco: El espacio en una lente de menisco líquido arqueada entre la lente de la curva frontal y la lente de la curva posterior en la que se mantienen el aceite y la solución salina.

Pared del menisco: Un área específica en el interior de la lente de la curva frontal, de tal manera que está dentro de la cavidad del menisco, a lo largo de la que se mueve el límite del menisco líquido.

Zona Óptica: Como se usa en la presente se refiere a un área de una lente oftálmica a través de la cual ve un usuario de la lente oftálmica.

Filo: Una característica geométrica de una superficie interna de una pieza de la lente de una curva frontal o una curva posterior suficiente para contener la localización de una línea de contacto de dos fluidos predefinidos en la óptica. El filo es habitualmente una esquina exterior en lugar de una esquina interior. Desde un punto de vista de fluidos es un ángulo mayor de 180 grados.

En referencia ahora a la Fig. 1A, se ilustra una vista en corte de una lente 100 del estado de la técnica con un aceite 101 y una solución salina contenidas dentro del cilindro 110. El cilindro 110 incluye dos placas de material óptico 106. Cada placa 106 incluye una superficie interior esencialmente plana 113-114. El cilindro 110 incluye una superficie interior que es esencialmente rotacionalmente simétrica. En algunas realizaciones del estado de la técnica, una o más superficies pueden incluir un recubrimiento hidrófobo. También están incluidos los electrodos 105 en o alrededor del perímetro del cilindro. También puede usarse un aislante eléctrico próximo a los electrodos 105.

De acuerdo con el estado de la técnica, cada una de las superficies interiores 113-114 es esencialmente lisa o plana. Una superficie de interfaz 112A está definida entre la solución salina 102A y el aceite 101. Como se ilustra en la Fig. 1A, la forma de la interfaz 112A se combina con las propiedades del índice de refracción de la solución salina 102A y el aceite 101 para recibir luz incidente 108 a través de una primera superficie interior 1103 y proporcionar luz divergente 109 a través de una segunda superficie interior 114. La forma de la superficie de interfaz entre el aceite 101 y la solución salina 102 puede alterarse con la aplicación de un potencial eléctrico a los electrodos 105.

La Fig. 1A ilustra una vista en perspectiva de la lente del estado de la técnica ilustrada en 100.

En referencia ahora a la Fig. 1B, la lente 100 del estado de la técnica se ilustra en un estado energizado. El estado energizado se logra aplicando el voltaje 114 a través de los electrodos 115. La forma de la superficie de interfaz 112B entre el aceite 101 y la solución salina 102B se altera con la aplicación de un potencial eléctrico a los

electrodos 115. Como se ilustra en la Fig. 1B, la luz incidente 108B que pasa a través del aceite 101 y la solución salina 102B se enfoca en un patrón de luz convergente 111.

En referencia ahora a la Fig. 2, se ilustra una vista en corte de una lente de menisco líquido 200 con una lente de la curva frontal 201 y una lente de la curva posterior 202. En varias realizaciones, la lente de la curva frontal 201 y la lente de la curva posterior 202 pueden incluir una lente arqueada o una lente sustancialmente lisa. En algunas realizaciones preferidas, la lente de la curva frontal 201 y la lente de la curva posterior 202 están posicionadas próximas entre sí y forman una cavidad 210 entre ellas. La lente de la curva frontal 201 incluye una superficie de lente interior arqueada cóncava 203 y una superficie de lente exterior arqueada convexa 204. La lente interior arqueada cóncava 203 puede tener uno o más recubrimientos (no ilustrados en la Fig. 2). Los recubrimientos pueden incluir, por ejemplo, uno o más materiales eléctricamente conductores o materiales eléctricamente aislantes, materiales hidrófobos o materiales hidrófilos. Una o ambas de la superficie de lente interior arqueada cóncava 203 y los recubrimientos están en comunicación líquida y óptica con un aceite 208 contenido dentro de la cavidad 210.

La lente de la curva posterior 202 incluye una superficie de lente interior arqueada convexa 205 y una superficie de lente exterior arqueada cóncava. La superficie de lente interior arqueada convexa 205 puede tener uno o más recubrimientos (no ilustrados en la Fig. 2). Los recubrimientos pueden incluir, por ejemplo, uno o más materiales eléctricamente conductores o materiales eléctricamente aislantes, materiales hidrófobos o materiales hidrófilos. Al menos una de la superficie de lente interior arqueada convexa 205 y los recubrimientos están en comunicación líquida y óptica con una solución salina 207 contenida dentro de la cavidad 210. La solución salina 207 incluye una o más sales u otros componentes que son iónicamente conductores y como tal pueden ser atraídos o repelidos por una carga eléctrica. Un recubrimiento eléctricamente conductor 209 está localizado a lo largo de al menos una porción de una periferia de una o ambas de la lente de la curva frontal 201 y la lente de la curva posterior 202. El recubrimiento eléctricamente conductor 209 puede incluir oro o plata y es preferiblemente biocompatible. La aplicación de un potencial eléctrico al recubrimiento eléctricamente conductor 209 crea o una atracción o una repulsión de las sales iónicamente conductoras u otros componentes en la solución salina 207.

La lente de la curva frontal 201 tiene una potencia óptica en relación con el paso de luz a través de la superficie de lente interior arqueada cóncava 203 y una superficie de lente exterior arqueada convexa 204. La potencia óptica puede ser 0 o puede ser una potencia más o menos. En algunas realizaciones preferidas, la potencia óptica es una potencia encontrada típicamente en lentes de contacto correctoras como, a modo de ejemplo no limitativo, una potencia entre -8,0 y +8,0 dioptrías.

La lente de la curva posterior 202 tiene una potencia óptica en relación con el paso de luz a través de la superficie de lente interior arqueada convexa 205 y una superficie exterior arqueada cóncava 206. La potencia óptica puede ser 0 o puede ser una potencia más o menos. En algunas realizaciones preferidas, la potencia óptica es una potencia encontrada típicamente en lentes de contacto correctoras como, a modo de ejemplo no limitativo, una potencia entre -8,0 y +8,0 dioptrías. Un eje óptico 212 se forma a través de la lente de la curva posterior 202 y la lente de la curva frontal.

Varias realizaciones pueden también incluir un cambio en la potencia óptica asociado con un cambio en la forma de un menisco líquido 211 formado entre la solución salina 207 y el aceite 208. En algunas realizaciones, un cambio en la potencia óptica puede ser relativamente pequeño como, por ejemplo, un cambio de entre 0 a 2,0 dioptrías de cambio. En otras realizaciones, un cambio en la potencia óptica asociada con un cambio en la forma de un menisco líquido puede ser hasta aproximadamente 30 o más dioptrías de cambio. Generalmente, un cambio mayor en la potencia óptica asociado con un cambio en la forma de un menisco líquido 211 se asocia con un grosor de lente relativamente aumentado 213.

De acuerdo con algunas realizaciones, como aquellas realizaciones que pueden incluirse en una lente oftálmica, como una lente de contacto, un grosor de lente en corte transversal 213 de una lente de menisco líquido arqueada 200 será de hasta aproximadamente 1.000 micras de grosor. Un grosor de lente ejemplar 213 de una lente relativamente más delgada 200 puede ser de hasta aproximadamente 200 micras de grosor. Las realizaciones preferidas pueden incluir una lente de menisco líquido 200 con un grosor de lente 213 de aproximadamente 600 micras de grosor. Generalmente un grosor en corte transversal de la lente de la curva frontal 201 puede ser de entre aproximadamente 35 micras a aproximadamente 200 micras y un grosor en corte transversal de una lente de la curva posterior 202 puede ser también de entre aproximadamente 35 micras y 200 micras. Típicamente, un perfil en sección transversal incluye una varianza definida de grosor a diferentes localizaciones en la lente 200.

De acuerdo con la presente invención, una potencia óptica agregada es un agregado de las potencias ópticas de la lente de la curva frontal 3012, la lente de la curva posterior 202 y un menisco líquido 211 formado entre el aceite 208 y la solución salina 207. En algunas realizaciones, una potencia óptica de la lente 200 también incluirá una diferencia en el índice de refracción entre una o más de la lente de la curva frontal 201, la lente de la curva posterior 202, el aceite 208 y la solución salina 207.

En aquellas realizaciones que incluyen una lente de menisco líquido arqueada 200 incorporada en una

lente de contacto, es adicionalmente deseable para la solución salina 207 y el aceite 208 permanecer estables en sus posiciones relativas dentro de la lente de menisco líquido arqueada 200 a medida que un usuario del contacto se mueve. Generalmente, se prefiere evitar que el aceite 208 flote y se mueva en relación a la solución salina 207 cuando el usuario se mueve. Por consiguiente, se selecciona preferiblemente una combinación de un aceite 208 y una solución salina 207 con una densidad igual o similar. Adicionalmente, un aceite 208 y una solución salina 207 tienen preferiblemente miscibilidad relativamente baja de tal manera que no se mezclen la solución salina 207 y el aceite 208.

En algunas realizaciones preferidas, un volumen de solución salina 207 contenida dentro de la cavidad 201 es mayor que el volumen de aceite 208 contenido dentro de la cavidad 210. Adicionalmente, algunas realizaciones preferidas incluyen la solución salina 207 en contacto con esencialmente una totalidad de una superficie interior 205 de la lente de la curva posterior 202. Algunas realizaciones pueden incluir un volumen de aceite 208 que es aproximadamente el 66% o más por volumen en comparación con una cantidad de solución salina 207. Algunas realizaciones adicionales pueden incluir una lente de menisco líquido arqueada en donde un volumen de aceite 208 es aproximadamente el 90% o menos por volumen en comparación con una cantidad de solución salina 207.

En referencia ahora a la Fig. 3, se ilustra un corte de una porción del borde de un lente de menisco líquido arqueada 300. Como se ha tratado anteriormente, una lente de menisco líquido arqueada 300 incluye los componentes de la lente de la curva frontal 301 y la lente de la curva posterior 302 combinados. La lente de la curva frontal 301 y la lente de la curva posterior 302 pueden estar formadas con uno o más materiales que son al menos en parte transparentes. En algunas realizaciones, una o ambas de la lente de la curva frontal 301 y la lente de la curva posterior 302 incluyen generalmente plástico ópticamente claro, como por ejemplo, uno o más de: PMMA, Zeonor y TPX.

Una o ambas de la lente de la curva frontal 301 y la lente de la curva posterior 302 pueden formarse, por ejemplo a través de procesos como uno o más de: torneado con diamante de punto único; moldeo por inyección; formado libre por dispositivo de espejo digital.

Una o ambas de la lente de la curva frontal 301 y la lente de la curva posterior 302 pueden incluir un recubrimiento conductor 303, como se ilustra el recubrimiento conductor 303 se extiende a lo largo de una porción perimetral desde 309 a 310. En algunas realizaciones preferidas, un recubrimiento conductor 303 incluye oro. El oro puede aplicarse por un proceso de pulverización catódica, depósito de vapor u otro proceso conocido. Recubrimientos conductores 303 alternativos pueden incluir, a modo de ejemplo no limitativo, aluminio, níquel, y óxido de estaño e indio. Generalmente, el recubrimiento conductor 303 se aplicará a áreas perimetrales de una o ambas de la lente de la curva frontal 301 y la lente de la curva posterior 302.

En algunas realizaciones, una lente de curva posterior 302 tiene un recubrimiento conductor 304 aplicado a áreas específicas. Por ejemplo, porciones alrededor del perímetro de la lente de la curva posterior 302 pueden recubrirse de un primer límite 304-1 a un segundo límite 304-2. Los recubrimientos de oro pueden aplicarse por ejemplo a través de un proceso pulverización catódica o un depósito de vapor. En algunas realizaciones, puede usarse una máscara para aplicar el oro u otro material conductor en un patrón predeterminado alrededor de una o más porciones perimetrales de una lente de la curva frontal 301 o una lente de la curva posterior 302. Alternativamente pueden aplicarse materiales conductores usando varios métodos y cubriendo varias áreas de la lente de la curva posterior 302.

En algunas realizaciones, una conexión conductora como, por ejemplo uno o más orificios o ranuras en una lente de la curva posterior 302 pueden llenarse con un material de relleno conductos como, por ejemplo, un epoxi conductor. El relleno conductor puede proporcionar comunicación eléctrica a un recubrimiento conductor en una superficie interior de una o ambas de la lente de la curva frontal 301 y la lente de la curva posterior 302.

En otro aspecto, una o ambas de la lente de la curva frontal 301 y la lente de la curva posterior 302 pueden crearse de múltiples materiales diferentes en donde una zona óptica generalmente en un área central de la lente de la curva frontal 301 y la lente de la curva posterior 302 (no ilustrada) puede incluir un material ópticamente transparente y una zona periférica puede incluir un área ópticamente opaca que incluye un material eléctricamente conductor. El área ópticamente opaca puede incluir también uno o más de circuitos de control y fuentes de energía.

En otros aspecto, en algunas realizaciones, se aplica una recubrimiento aislante 305 a una lente de la curva frontal 310. A modo de ejemplo no limitativo, el recubrimiento aislante 305 puede aplicarse en un área desde una primera región 305-1 y extenderse hasta una segunda región 305-2. Los aislantes pueden incluir, por ejemplo, Parylene C™, Teflón AF u otros materiales con varias características eléctricas y mecánicas y resistencia eléctrica.

En algunas realizaciones específicas, un recubrimiento aislante 305 crea un área límite para mantener la separación entre el recubrimiento conductor 303 y la solución salina 306 contenida en una cavidad entre la lente de la curva frontal 301 y la lente de la curva posterior 302. Algunas realizaciones por consiguiente incluyen un recubrimiento aislante 305 de acuerdo con un patrón y posicionado en una o más áreas de una o ambas de la lente

de la curva frontal 301 y la lente de la curva posterior 302 para evitar que un conductor cargado positivamente 303 y solución salina cargada negativamente 306 entren en contacto, en donde el contacto de un conductor 303 y una solución salina dará lugar a un cortocircuito eléctrico. Las realizaciones pueden incluir una solución salina cargada positivamente 306 y un conductor cargado negativamente 303.

Todavía otras realizaciones pueden permitir un cortocircuito entre un conductor 303 y una solución salina 306 como una función de reinicio de circuitos asociados con el funcionamiento de la lente 300. Por ejemplo, una condición de cortocircuito puede igualar el potencial aplicado a la lente y provocar que la solución salina 306 y el aceite 307 vuelvan a una posición por defecto.

Algunas realizaciones preferidas incluyen un conductor 303 que se extiende desde un área 309 en el interior de la cavidad 311 a un área 310 externa a la cavidad 311. Otras realizaciones pueden incluir un canal 312 a través de la lente de la curva frontal o la lente de la curva posterior que puede llenarse con un material conductor 313 como, por ejemplo, un epoxi conductor impermeable. El material conductor 313 puede formar o estar conectado a un terminal eléctrico externo a la cavidad. Puede aplicarse un potencial eléctrico al terminal y conducirse al recubrimiento a través del material conductor 313 en el canal 312.

El grosor del recubrimiento aislante 305 puede variarse como un parámetro de rendimiento de la lente. Los componentes cargados, incluyendo la solución salina 306 y el conductor 303, se mantienen generalmente en cada lado del recubrimiento aislante 305. La presente divulgación proporciona una relación indirecta entre el grosor del recubrimiento aislante 305 y el campo eléctrico entre la solución salina 306 y el conductor 303, en donde cuanto más separadas se mantengan la solución salina 306 y el conductor 303, más débil será el campo eléctrico.

Generalmente, la fuerza del campo eléctrico puede caer dramáticamente a medida que aumenta el grosor del recubrimiento aislante 305. Cuanto más cercanos estén los campos, más energía estará generablemente disponible para mover un límite del menisco líquido esférico 308. A medida que aumenta una distancia entre la solución salina 306 y el conductor 303, más apartadas estarán las cargas electrostáticas de la solución salina 306 y el recubrimiento aislante 303 y por lo tanto será más difícil lograr que el límite del menisco líquido esférico 308 se mueva. A la inversa, cuanto más delgado sea el recubrimiento aislante 305, más susceptible será la lente a defectos en un recubrimiento aislante 305. Generalmente, incluso un orificio relativamente pequeño en el recubrimiento aislante creará un cortocircuito eléctrico y la lente no funcionará de una manera de electrohumección.

En algunas realizaciones, es deseable incluir una solución salina 306 con densidad que es generalmente la misma densidad que un aceite 307 también contenido dentro de la lente 300. Por ejemplo, una solución salina 306 puede incluir preferiblemente una densidad que está dentro del 10% de una densidad de un aceite 307 y más preferiblemente la solución salina 306 incluirá una densidad dentro del 5% de una densidad de un aceite y lo más preferible dentro de aproximadamente el 1% o menos. En algunas realizaciones, puede ajustarse una concentración de sales u otros componentes dentro de la solución salina 306 para ajustar la densidad de la solución salina 306. Una lente de menisco líquido arqueada 300 proporcionará una calidad óptica más estable limitando el movimiento del aceite 307 en relación con la lente de la curva frontal 301 y la lente de la curva posterior 302. Un método de mantener la estabilidad de movimiento del aceite 307 en relación a una o ambas de la lente de la curva frontal 301 y la lente de la curva posterior 302 es mantener una densidad relativamente congruente en el aceite 307 y la solución salina 306. Además, debido al diseño en curva de las superficies interiores de ambas de la lente de la curva frontal 301 y la lente de la curva posterior 302, la profundidad o grosor relativos de una capa de solución salina 306 se disminuye en comparación con un diseño de lente cilíndrica tradicional. En este escenario, las fuerzas interfaciales que actúan en fluidos dentro de la cavidad pueden tener una contribución relativamente mayor para mantener un límite de menisco líquido sin perturbar 308. Consecuentemente, el requisito de coincidencia de densidad puede relajarse en tales casos. En algunas realizaciones, la delgadez relativa de las capas de fluido respalda más el límite de la lente líquida 308.

En algunas realizaciones preferidas, la solución salina 306 proporciona un índice de refracción bajo en comparación con el aceite 307 que proporciona un índice de refracción relativamente alto. Sin embargo, en algunas realizaciones es posible incluir una solución salina 306 con un índice de refracción más alto en comparación con el aceite 307 que en tales casos proporciona un índice de refracción relativamente más bajo.

Puede usarse un adhesivo 314 para asegurar la lente de la curva frontal 301 la lente de la curva posterior 302 en su sitio próximas entre sí, reteniendo de este modo el aceite 307 la solución salina 306 entre ellas. El adhesivo 314 actúa como un sello de tal manera que no haya fugas de solución salina 306 o aceite 307 de la lente de menisco líquido curvada 300.

En referencia ahora a la Fig. 4, se ilustra una lente de menisco líquido curvada 400 con un límite de menisco líquido 401 entre la solución salina 406 y el aceite 407. De acuerdo con algunas realizaciones preferidas, se define una pared de menisco 405 en la lente de la curva frontal 404 por una primera ruptura angular en una pared arqueada que se extiende entre 402 y 403. El límite de menisco líquido 401 moverá arriba y abajo la pared del menisco 405 a medida que se aplique y retire potencial eléctrico a lo largo de uno o más recubrimientos conductores

o materiales conductores 408.

En algunas realizaciones preferidas, un recubrimiento conductor 408 se extenderá desde un área interna a la cavidad 409 que mantiene la solución salina 406 y el aceite 407 a un área externa a la cavidad 409 que contiene la solución salina 406 y el aceite 407. En tales realizaciones, el recubrimiento conductor 408 puede ser un conducto de un potencial eléctrico aplicado al recubrimiento conductor 408 en un punto externo a la cavidad 409 a un área del recubrimiento conductor 408 dentro de la cavidad 409 y en contacto con la solución salina 406.

En referencia ahora a la Fig. 5, se muestra una vista en corte de una porción del borde de una lente de menisco líquido arqueada 500 con una lente de la curva frontal 501 y una lente de la curva posterior 502. La lente de menisco líquido arqueada 500 puede contener una solución salina 503 y aceite 504. La geometría de la lente de menisco líquido arqueada 500 y las características de la solución salina 503 y el aceite 504 facilitan la formación de un límite del menisco líquido 505 entre la solución salina 503 y el aceite 504.

Generalmente, una lente de menisco líquido puede verse como un condensador con uno o más de: recubrimientos conductores, recubrimientos aislantes, vías, y materiales presentes en o a través de la lente de la curva frontal 501 y la lente de la curva posterior 502. Una forma de límite del menisco líquido 505 y por lo tanto un ángulo de contacto entre el límite del menisco líquido 505 y la lente de la curva frontal 501 cambian en respuesta a un potencial eléctrico aplicado a una superficie de al menos una porción de una o ambas de la lente de la curva frontal 501 y la lente de la curva posterior 502. Un cambio en un potencial eléctrico aplicado a la solución salina 503 a través de los recubrimientos conductores o materiales cambia una posición del límite del menisco líquido 505 a lo largo de una pared del menisco 506. El movimiento tiene lugar entre un primer filo 506-1 y un segundo filo 506-2.

En realizaciones preferidas, el límite de menisco líquido 505 estará en o cerca del primer filo 506-1 cuando se aplica una primera magnitud de potencial eléctrico a la lente como, por ejemplo, un voltaje y corriente correlacionados con un estado sin potencia o estado de reposo.

La aplicación de una segunda magnitud de potencial eléctrico, algunas veces referido como un primer estado de potencia, puede correlacionarse con un movimiento del límite del menisco líquido 505 a lo largo de la pared del menisco 506 generalmente en la dirección del segundo filo 506-2, provocando que cambie la forma del límite del menisco líquido.

Un voltaje aplicado para la transición entre un primer estado de potencia y un segundo estado de potencia puede incluir, por ejemplo, un voltaje de corriente directa de entre aproximadamente 5 voltios a aproximadamente 60 voltios. En otras realizaciones también puede utilizarse un voltaje de corriente alterna.

En algunas realizaciones, la pared del menisco 506 será una superficie lisa en relación con el grosor del recubrimiento aislante. Una superficie de pared de menisco lisa 506 puede minimizar defectos en el recubrimiento aislante. Adicionalmente, debido a que las irregularidades aleatorias en la textura superficial pueden dar lugar a un movimiento de fluido desigual y por lo tanto causar un movimiento del menisco desigual o impredecible cuando se energiza o se desenergiza la lente, se prefiere una pared de menisco lisa 506. En algunas realizaciones preferidas, una pared de menisco lisa incluye una medición entre puntos extremos a lo largo de la pared del menisco 506 en el intervalo de entre aproximadamente 1,25 nanómetros a 5,00 nanómetros.

En otro aspecto, en algunas realizaciones, es deseable que la pared del menisco 506 sea hidrófoba, en cuyo caso puede incorporarse una textura definida, como una superficie nano-texturizada, en el diseño de la lente de menisco líquido arqueada.

En otro aspecto más, en algunas realizaciones, la pared del menisco 506 puede estar en ángulo en relación con un eje óptico de la lente. El ángulo puede variar de 0°, o paralelo al eje óptico, a o cerca de 90°, o perpendicular al eje óptico. Como se ilustra, y en algunas realizaciones preferidas, el ángulo de la pared del menisco 506 está generalmente entre aproximadamente 30° y 50° para que la lente de menisco líquido arqueada funcione dado el ángulo de contacto actual entre el límite del menisco líquido 505 y la pared del menisco recubierta con aislante 506. Con el uso de diferentes materiales o con diferentes objetivos ópticos, como visión telescópica, el ángulo de la pared del menisco 506 puede estar más cerca de 0° o 90°. Un ángulo de una pared del menisco 506 puede diseñarse para acomodar una magnitud de movimiento a lo largo de la pared del menisco 506 tras la aplicación de un voltaje eléctrico especificado. En algunas realizaciones, a medida que aumenta el ángulo de la pared del menisco 506, disminuye generalmente la capacidad de cambiar la potencia de la lente dentro de los parámetros de tamaño de la lente y voltaje dados. Adicionalmente, si la pared del menisco 506 está en o cerca de 0° en relación al eje óptico, el límite del menisco líquido 505 será dirigido casi recto sobre la óptica frontal. El ángulo de la pared del menisco es uno de varios parámetros que pueden adaptarse para proporcionar varios resultados en el rendimiento de la lente.

En algunas realizaciones preferidas, la pared del menisco 506 es de aproximadamente 0,265 mm de longitud. Sin embargo, el ángulo de la pared del menisco 506 junto con el tamaño de la lente general afectará naturalmente a la longitud de la pared del menisco 506 en varios diseños.

Puede considerarse de manera general que una lente de menisco líquido arqueada 500 fallará si el aceite 504 contacta con la lente de la curva posterior 502. Por lo tanto, realizaciones preferidas, la pared del menisco 506 está diseñada para permitir un espacio libre mínimo de 50 micras entre el primer filo 506-1 y la lente de la curva posterior 502 en su punto más cercano. En otras realizaciones, el espacio libre mínimo puede ser menos de 50 micras, aunque el riesgo de fallo de la lente aumenta a medida que se reduce el espacio libre. En otra realización más, el espacio libre puede aumentarse para mitigar el riesgo de fallo de la lente, pero el grosor de la lente general aumentará también lo que puede ser no deseable.

En otro aspecto más de algunas realizaciones preferidas, el comportamiento de un límite del menisco líquido 505 a medida que se desplaza a la largo de una pared del menisco 506 puede extrapolarse usando la Ecuación de Young. Aunque la Ecuación de Young define un equilibrio de fuerzas provocado por una gota húmeda en una superficie seca y asume una superficie completamente lisa, las propiedades fundamentales pueden aplicarse al ambiente de lente electrohumectada creada dentro de la lente de menisco líquido arqueada 500.

Puede aplicarse una primera magnitud de energía eléctrica a la lente como, por ejemplo, cuando la lente está en un estado sin potencia. Durante la aplicación de la primera magnitud de energía eléctrica, se logra un equilibrio de energías interfaciales entre el aceite 504 y la solución salina 503. Tal estado puede ser referido en la presente como límite del menisco líquido 505. El aceite 504 y la pared del menisco 506, y la solución salina 503 y la pared del menisco 506, forman un ángulo de contacto de equilibrio entre el límite del menisco líquido 505 y la pared del menisco 506. Cuando se aplica un cambio en la magnitud del voltaje a la lente del menisco líquido arqueada 500, el equilibrio de las energías interfaciales cambiarán, resultando en un cambio correspondiente en el ángulo de contacto entre el límite del menisco líquido 505 y la pared del menisco 506.

El ángulo de contacto del límite del menisco líquido 505 con la pared del menisco recubierto de aislante 506 es un elemento importante en el diseño y función de la lente del menisco líquido arqueada 500 no sólo debido a su papel en la Ecuación de Young en el movimiento del límite del menisco líquido 505, si no también debido a que el ángulo de contacto se usa en conjunción con otras características de la lente de menisco líquido arqueada 500 para limitar el movimiento del menisco.

Las discontinuidades, como los filos 506-1 y 506-2, en ambos extremos de la pared del menisco 506 actúan como límites para el movimiento del menisco líquido 506 ya que requerirá un cambio significativo en el potencial eléctrico aplicado para efectuar un cambio lo suficientemente grande en el ángulo de contacto del menisco líquido para mover el límite del menisco líquido 505 pasado uno de los filos. A modo de ejemplo no limitativo, en algunas realizaciones, un ángulo de contacto del límite del menisco líquido 505 con la pared del menisco 506 está en el intervalo de 15° a 40° mientras que el ángulo de contacto del límite del menisco líquido 505 con el escalón 507 más allá del segundo filo 506-2 está quizás en el intervalo de 90° a 130° y en algunas realizaciones preferidas aproximadamente 110°.

Puede aplicarse un voltaje a la lente, resultando en el movimiento del límite del menisco líquido 505 a lo largo de la pared del menisco 506 hacia el segundo filo 506-2. El ángulo de contacto natural del límite del menisco líquido 505 con la pared del menisco recubierta de aislante 506 provocará que el límite del menisco líquido 505 pare en el segundo filo 506-2 a menos que se suministra significativamente más voltaje.

En un extremo de la pared del menisco 506, un primer filo 506-1 define generalmente un límite más allá del cual el límite del menisco líquido 505 típicamente no se moverá. En algunas realizaciones, el primer filo 506-1 está construido como un borde afilado. En otras realizaciones preferidas, el primer filo 506-1 tiene una superficie radial pequeña definida que puede crearse con menos posibilidades de defectos. El conductor, aislante, y otros recubrimientos posibles deseados pueden no depositarse igualmente y predictivamente en un borde afilado, mientras que un borde de radio definido de la superficie radial puede recubrirse más fiablemente.

En algunas realizaciones, el primer filo 506-1 está construido a aproximadamente un ángulo de 90° con un radio definido de aproximadamente 10 micras. El filo también puede crearse con menos de un ángulo de 90°. En algunas realizaciones, puede usarse un filo con un ángulo mayor de 90° para aumentar la robustez del filo, pero el diseño ocuparía entonces más espacio de la lente.

En varias realizaciones, un radio definido de un filo 506-1 y/o 506-2 puede estar en el intervalo de 5 micras a 50 micras. Puede usarse un radio definido mayor para mejorar la fiabilidad de los recubrimientos, pero al coste de usar más espacio dentro de los confines ajustados del diseño de la lente. En esto, como en muchas otras áreas del diseño de la lente, existen compensaciones entre la facilidad de construcción, la optimización de las funciones de la lente, y minimizar el tamaño. Una lente de menisco líquido arqueada fiable funcional 500 puede hacerse usando un amplio intervalo de variables.

En algunas realizaciones, puede usarse un radio de filo más grande en conjunción con un acabado de superficie mejorado en una pared lateral entre dos filos adyacentes. En algunas realizaciones, puede ser deseable

que una superficie de un primer radio (filo) a un segundo radio (filo) sea lisa y sin discontinuidades en donde es útil cortar un molde usado para formar un filo con la misma herramienta. Los radios incluidos en un filo pueden cortarse en una superficie de herramienta de moldeo, en donde la superficie de la herramienta de moldeo es mayor que el radio de l filo. En donde la superficie de herramienta de moldeo es una superficie continua que incluye uno o más

Un segundo filo 506-2, incluye una característica diseñada para limitar el movimiento del aceite cuando se aplica voltaje a la lente de menisco líquido arqueada 500. El segundo filo 506-2 puede incluir también, en algunas realizaciones, un extremo generalmente puntiagudo, o en otras realizaciones, el segundo filo 506-2 puede incluir un radio de finido de entre 5 y 25 micras, lo más preferido 10 micras. Un radio de 10 micras funciona bien como un filo y puede crearse usando procesos de torneado con diamante de punto único y moldeo por inyección.

Puede incluirse un escalón 507 vertical o casi vertical, que se extiende a un comienzo del área óptica 508 de la lente de la curva frontal 501 en un lateral del segundo filo 506-2 opuesto a la pared del menisco 506. En algunas realizaciones, el escalón 507 es de 120 micras de altura, aunque podría estar en el intervalo de 50 a 200 micras.

En algunas realizaciones, el escalón 507 puede estar en un ángulo de aproximadamente 5° desde el eje óptico. En otras realizaciones, el ángulo del escalón 507 puede ser tan pequeño como 1° o 2° o puede estar en un ángulo de más de 5° . Un escalón 507 que tiene menos ángulo desde el eje óptico actuará generalmente como un limitador más efectivo del movimiento del menisco ya que requerirá un cambio mayor en el ángulo de contacto del límite del menisco líquido 505 para moverse fuera de la pared del menisco 506 y sobre el escalón 507. La transición desde el escalón 507 al comienzo del área óptica 508 es un radio de 25 micras. Un radio mayor consumiría innecesariamente más espacio dentro del diseño de la lente. Un radio más pequeño es posible y puede implementarse si es necesario para ganar espacio. La decisión de usar un radio definido en lugar de un filo teórico en este área así como otras en la lente se basa, en parte, en el movimiento potencial a un proceso de moldeo por inyección para los elementos de la lente. Una curva entre el escalón 507 y el comienzo del área óptica 508 mejora el flujo plástico durante el proceso de moldeo por inyección y dará lugar a una lente con características de resistencia y manejo de la tensión óptimas.

En referencia ahora a la Fig. 6A, un vista en perspectiva representa una porción de una lente de la curva frontal que incluye una pared del menisco 601 con microcanales 604, un escalón 605, y una zona óptica 606. Se muestran un primer filo 602 y un segundo filo 603, entre los cuales se encuentra una pared del menisco 601 con microcanales 604. En la presente realización, la pared del menisco 601 con microcanales 604 forma generalmente la forma de un tronco cónico, una sección transversal del cual muestra que la pared del menisco es lineal. Ejemplos de una lente que incluye una pared de menisco lineal se describen en la Solicitud de Patente U.S. Número de Serie 61.359.548, presentada el 29 de junio del 2010 y titulada, "LENS WITH CONICAL FRUSTUM MENISCUS WALL". En algunas realizaciones, un diseño de pared del menisco con microcanales puede incluirse en paredes del menisco de formas variadas, como a modo de ejemplo no limitativo, una pared de menisco de segmento toroide convexo, una pared de menisco de segmento toroide cóncavo, una pared de menisco convexa-lineal compuesta, un pared de menisco multi-convexa, una pared de menisco multi-cóncava, y una pared de menisco lineal multi-segmentada.

En referencia ahora a la Fig. 6B, se muestra una vista detallada de una porción de una pared del menisco 601 con microcanales 604 que incluye dos microcanales 604. En algunas realizaciones, un extremo de cada microcanal 604 está cercano pero no interseca un primer filo 602, mientras que el otro extremo de cada microcanal 604 se extiende pasado un segundo filo 603, parcialmente hacia abajo de un escalón 605 hacia un área óptica 606 de una lente de la curva frontal. El límite entre un lateral de un microcanal 604 y una sección de la pared del menisco adyacente 601 es generalmente un borde afilado. En otras realizaciones, el borde entre una pared del menisco 601 y un microcanal 604 puede incluir un radio definido.

Cuando se elimina el potencial eléctrico de una lente de menisco líquido arqueada anteriormente energizada, el menisco líquido puede ser resistente a retornar a una posición de reposo o posición desenergizada. De acuerdo con la presente invención, los microcanales 604 promoverán el movimiento del menisco líquido rápido, ayudando a la recuperación de un menisco líquido de vuelta a la posición desenergizada.

En algunas realizaciones, puede retenerse volumen de aceite adicional dentro de las estructuras de los microcanales en el estado no energizado. tras energizar la lente líquida, la solución salina desplazará una porción del volumen de aceite dentro de cada microcanal, resultando en una magnitud mayor de cambio de potencia óptica en la lente líquida para el mismo ángulo de líquido humectante natural efectivo. En algunas realizaciones preferidas, los microcanales 604 pueden desensibilizar la velocidad de recuperación del menisco líquido a la variabilidad de otros factores en la construcción y funcionamiento de la lente. Además, pueden retenerse gotitas de aceite por las estructuras de microcanales cuando se provoca que la posición del límite del menisco líquido cambie por voltaje aplicado. Las gotitas de aceite ayudan en la retracción del límite del menisco líquido cuando la lente se desenergiza, llevando a un tiempo de recuperación más rápido y más predecible.

En otras realizaciones, las variaciones del diseño y textura de la pared del menisco puede promover el movimiento y recuperación del menisco líquido rápido. A modo de ejemplo no limitativo, algunas variaciones de la pared del menisco incluyen paredes con microhoyos, con microhoyos conectados, con microranuras posicionadas circunferencialmente, con microranuras espirales, micropatrones entrecruzados, con microcostillas, y con microprotuberancias.

Aunque la invención se ha descrito con referencia a realizaciones particulares, se entenderá por los expertos en la técnica que pueden hacerse varios cambios sin salirse del alcance de la invención como se define en las reivindicaciones añadidas.

Reivindicaciones

1. Una lente óptica (300) que comprende:

- 5 una lente frontal (301) que comprende una superficie exterior de la lente frontal y una superficie interior de la lente frontal;
una lente posterior (302) que comprende una superficie interior de la lente posterior y una superficie exterior de la lente posterior, dicha lente posterior posicionada próxima a dicha lente frontal de tal manera que dicha superficie interior de la lente frontal y dicha superficie interior de la lente posterior forman una cavidad entre ellas;
10 un volumen de solución salina (306) y aceite (307) contenido dentro de la cavidad formada entre dicha superficie interior de la lente frontal y dicha superficie interior de la lente posterior, dicho volumen de solución salina y aceite comprendiendo un menisco (308) entre ellas; y
una pared del menisco formada en un área de la superficie interior de una o ambas de la lente frontal y la lente posterior y bordeando el menisco formado entre la solución salina y el aceite, **caracterizado porque**
15 la pared del menisco comprende microcanales (604) configurados para retener una porción del aceite.
2. La lente óptica de la reivindicación 1 en la que la lente frontal y la lente posterior comprenden una lente arqueada.
- 20 3. La lente óptica de la reivindicación 2 que comprende adicionalmente un recubrimiento conductor en al menos una porción de dicha pared del menisco.
4. La lente óptica de la reivindicación 3 en la que el volumen de aceite es menor que el volumen de solución salina contenida dentro de la cavidad.
- 25 5. La lente óptica de la reivindicación 4 en la que el volumen de aceite comprende aproximadamente el 66% o más por volumen en comparación con una cantidad de solución salina, o aproximadamente el 90% o menos por volumen en comparación con una cantidad de solución salina.
- 30 6. La lente óptica de la reivindicación 3 en la que el volumen de aceite comprende una densidad aproximadamente igual a una densidad de la solución salina, una densidad dentro de aproximadamente el 10% de una densidad de la solución salina, o una densidad dentro de aproximadamente el 5% de una densidad de la solución salina.
7. La lente óptica de la reivindicación 3 en la que el recubrimiento conductor se extiende desde un área interior a la cavidad a un área externa a la cavidad.
- 35 8. La lente óptica de la reivindicación 7 en la que el área de recubrimiento conductor externa a la cavidad forma un terminal eléctrico para proporcionar un potencial eléctrico a la lente de menisco líquido.
- 40 9. La lente óptica de la reivindicación 7 en la que la solución salina y el aceite forman un menisco y una aplicación de un potencial eléctrico al área del recubrimiento conductor externa a la cavidad provoca un cambio en la posición de contacto del menisco a lo largo de la pared del menisco.
- 45 10. La lente óptica de la reivindicación 7 en la que el potencial eléctrico comprende una corriente directa.
11. La lente óptica de la reivindicación 7 en la que el potencial eléctrico comprende entre aproximadamente 5,0 voltios a 60,0 voltios, preferiblemente aproximadamente 20,0 voltios, o aproximadamente 5,0 voltios.
- 50 12. La lente óptica de la reivindicación 7 en la que el potencial eléctrico comprende entre aproximadamente 3,5 voltios a aproximadamente 7,5 voltios.
13. La lente óptica de la reivindicación 4 en la que la superficie exterior de la lente de la curva frontal, la superficie interior de la de la lente de la curva frontal, la superficie exterior de la lente de la curva posterior, o la superficie interior de la lente de la curva posterior comprenden una potencia óptica distinta de aproximadamente 0.
- 55 14. La lente óptica de la reivindicación 4 que comprende adicionalmente un canal a través de una o ambas de la lente de la curva frontal y la lente de la curva posterior y un material conductor que llena el canal.
15. La lente óptica de la reivindicación 14 que comprende adicionalmente un terminal en comunicación eléctrica con el material conductor que llena el canal, en donde la aplicación de un potencial eléctrico al terminal provoca un cambio en la forma del menisco.
- 60 16. La lente óptica de la reivindicación 4 que comprende adicionalmente un recubrimiento aislante a lo largo de al menos una porción de la superficie interior de la lente de la curva frontal, en donde el recubrimiento aislante comprende un aislante eléctrico.
- 65

17. La lente óptica de la reivindicación 16 en la que el aislante comprende un área de límite para mantener la separación entre el recubrimiento conductor y una solución salina contenida en la cavidad entre la lente de la curva frontal y la lente de la curva posterior.

18. La lente óptica de la reivindicación 4 en la que un ángulo del tronco cónico que comprende la pared del menisco comprende entre aproximadamente 30° y 50°.

19. La lente óptica de la reivindicación 18 que comprende adicionalmente un filo del menisco adyacente a la pared del menisco, dicho filo comprendiendo una característica angular para contener el volumen de solución salina y aceite.

20. La lente óptica de la reivindicación 19 en la que el filo comprende una porción de superficie radial.

21. La lente óptica de la reivindicación 20 en la que la porción de superficie radial comprende un radio en el intervalo de 5 micras a 25 micras.

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

FIG. 1A ESTADO DE LA TECNICA

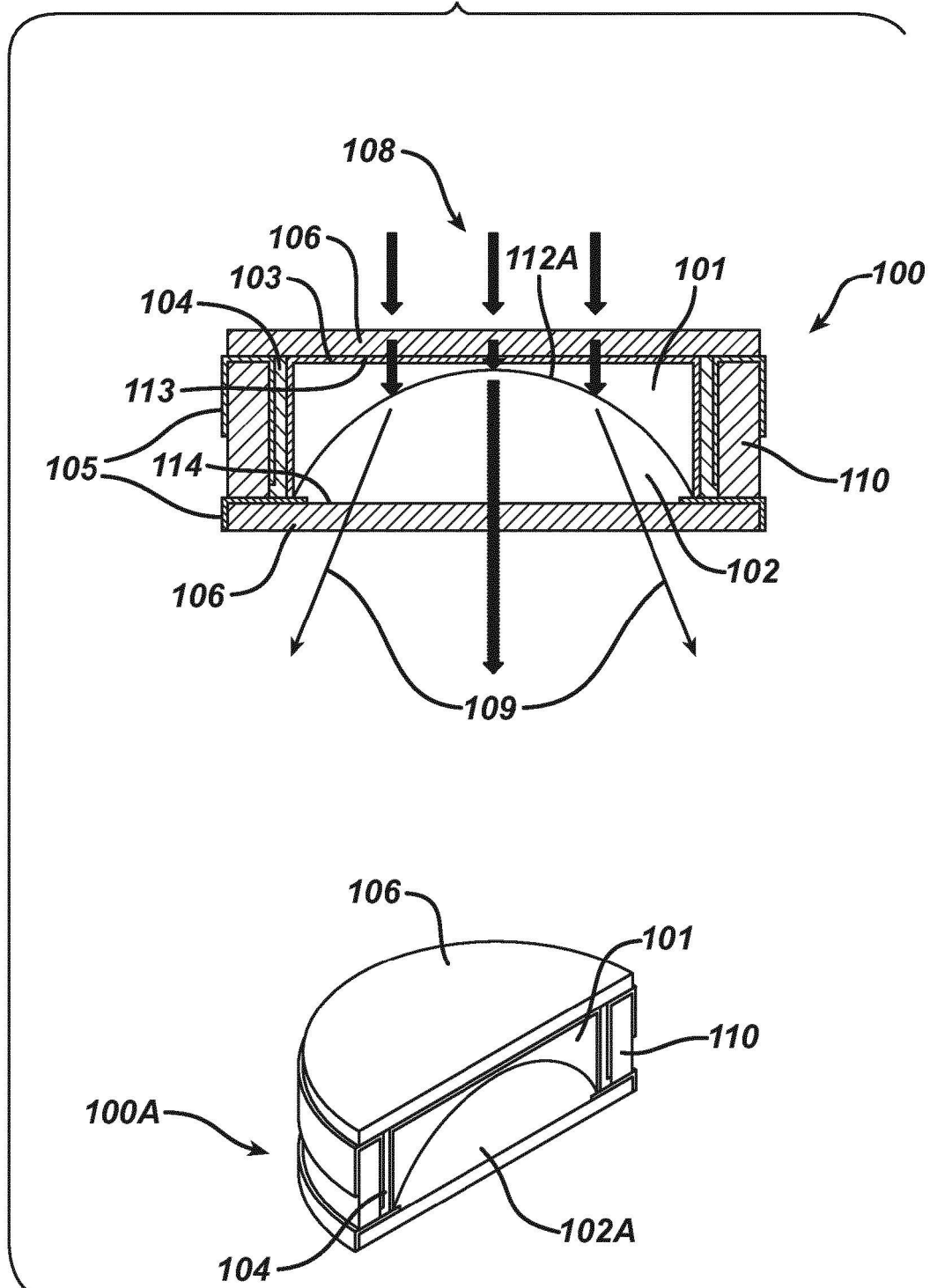


FIG. 1B *ESTADO DE LA TECNICA*

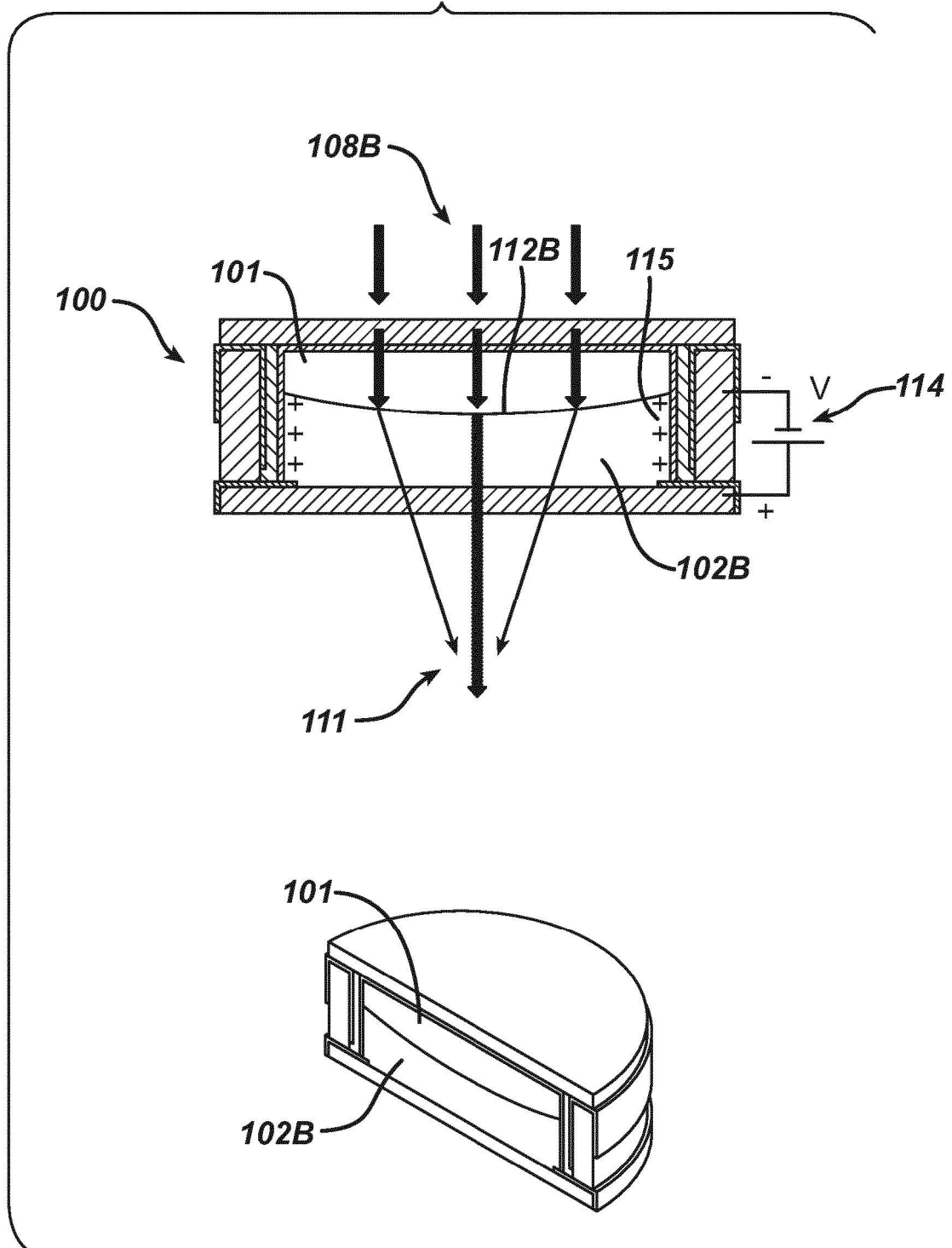


FIG. 2

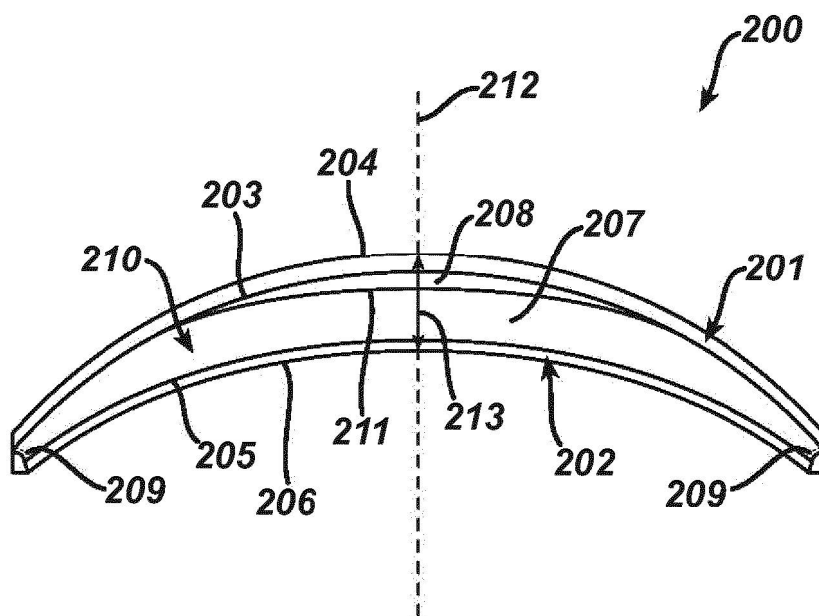


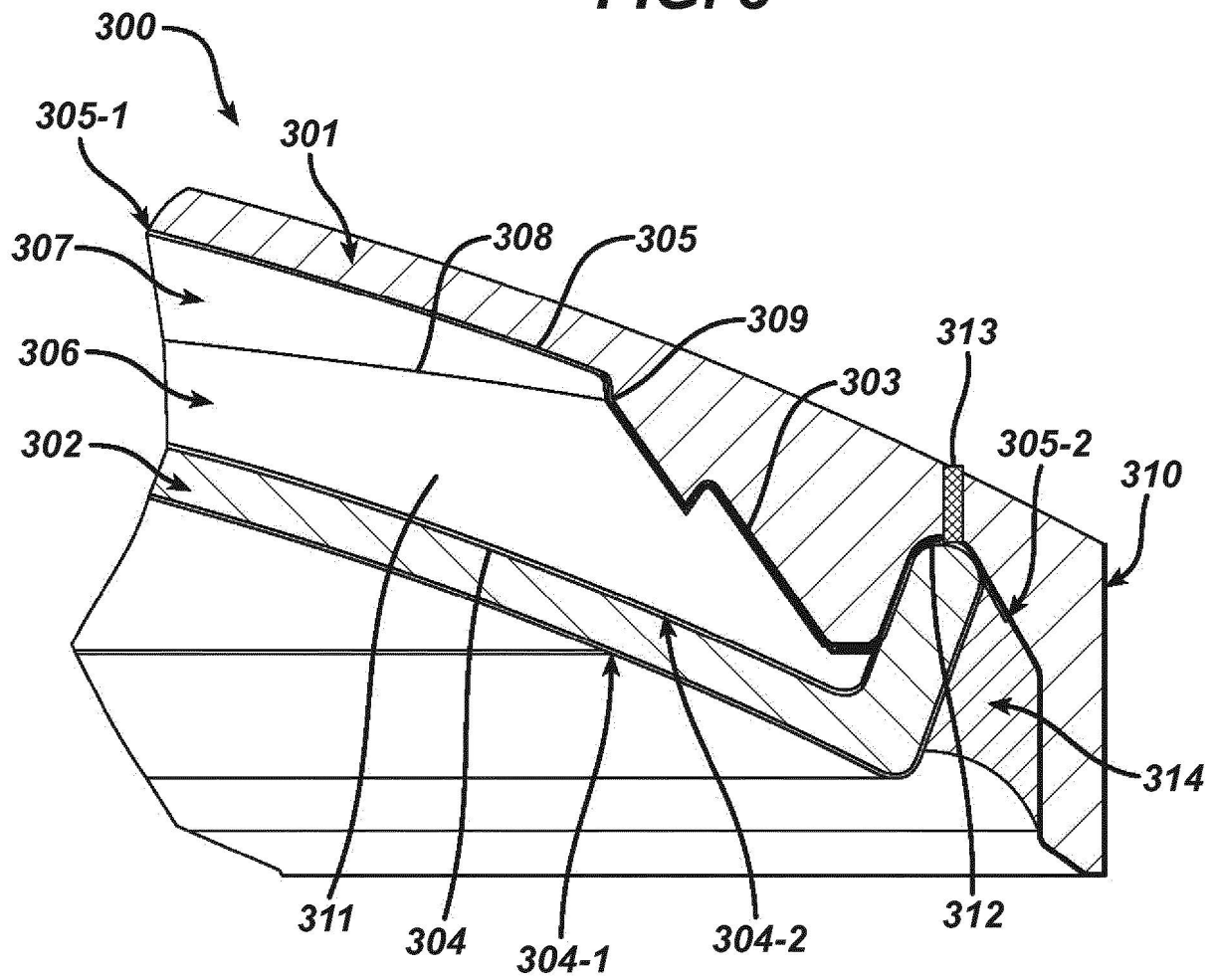
FIG. 3

FIG. 4

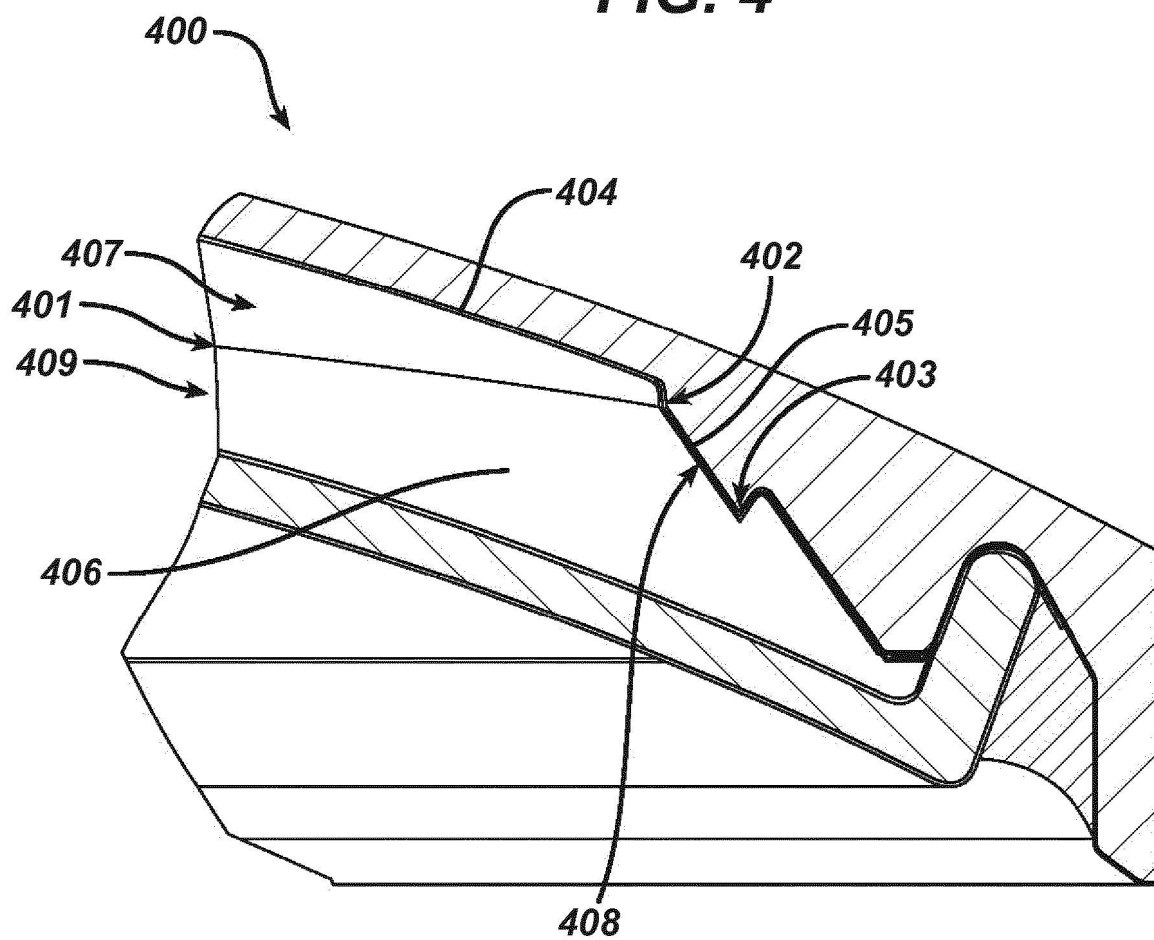


FIG. 5

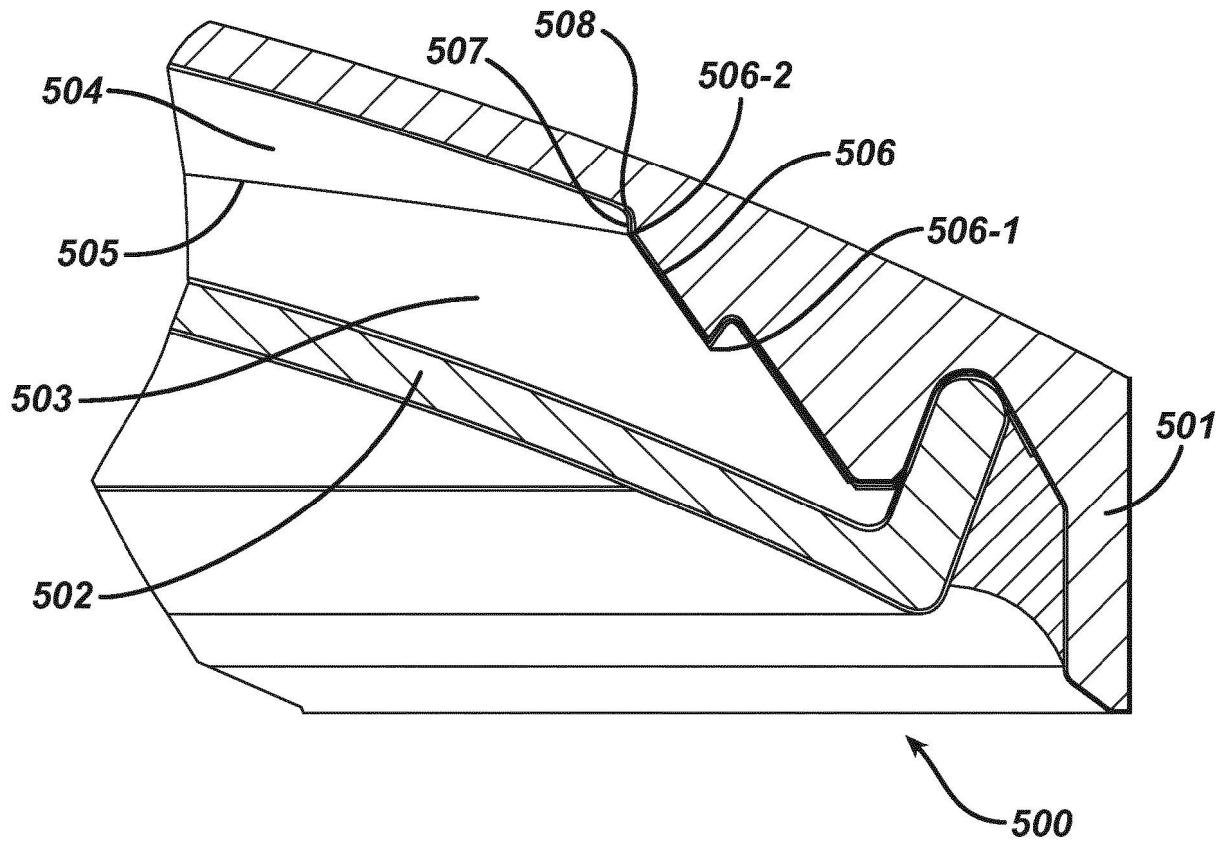


FIG. 6A

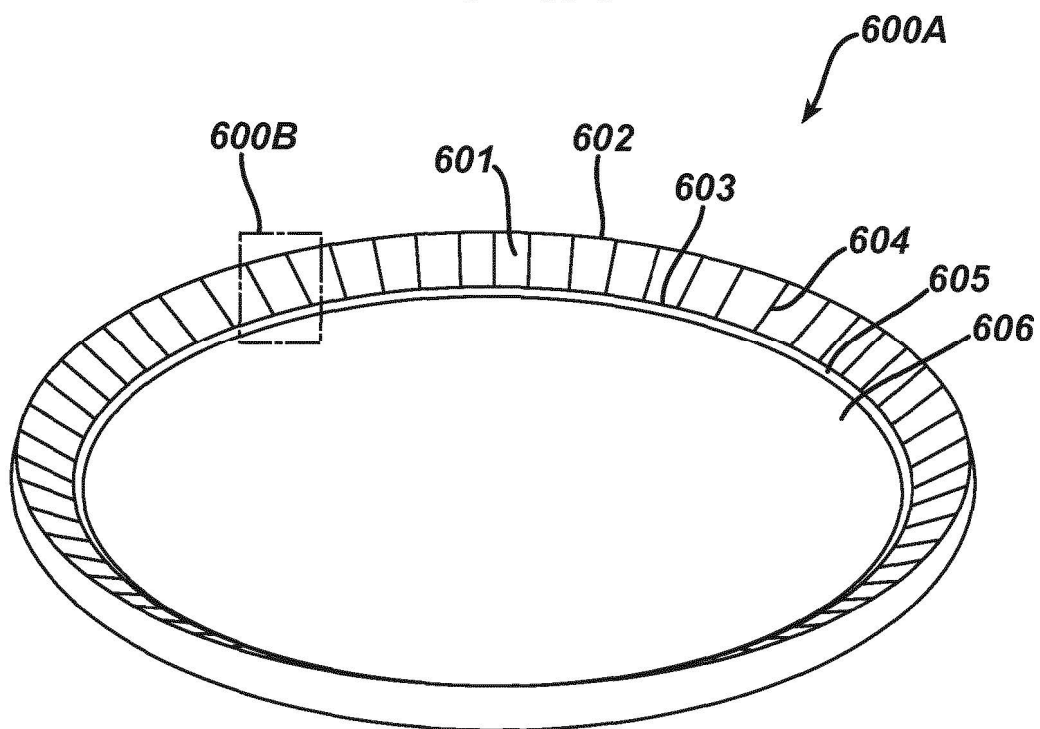


FIG. 6B

